



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.7: G07D 7/12

(21) Anmeldenummer: 02008257.4

(22) Anmeldetag: 19.04.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Giesecke & Devrient GmbH**  
**81677 München (DE)**

(72) Erfinder: **Giering, Thomas, Dr.**  
**85614 Kirchseeon (DE)**

(30) Priorität: 08.06.2001 DE 10127837

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Untersuchung von Dokumenten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur Untersuchung von Dokumenten, insbesondere Wert-, Ausweis- oder Sicherheitsdokumenten, mit mindestens einer Anregungseinrichtung zur Anregung von Lumineszenzlicht (16) in oder auf einem zu untersuchenden Dokument (10) und mindestens zwei Detektoreinheiten (1, 2) zur Erfassung zumindest eines Teils des von dem Dokument (10) emittierten Lumineszenzlichts (16).

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Untersuchung der spektralen Charakteristik des Lumineszenz-

lichts (16) ist vorgesehen, daß die Detektoreinheiten (1, 2) bezogen auf das von dem Dokument (10) emittierte Lumineszenzlicht (16) hintereinander angeordnet sind. Hierdurch trifft das Lumineszenzlicht (16) nacheinander auf die Detektoreinheiten (1, 2) und wird dabei von diesen erfaßt.

Durch die Erfindung werden etwaige Parallaxenfehler, die besonders bei seitlich versetzter Anordnung der Detektoreinheiten auftreten, stark reduziert, so daß die Detektoreinheiten (1, 2) das von einem gemeinsamen räumlichen Teilbereich (11) des Dokuments (10) emittierte Lumineszenzlicht (16) erfassen können.

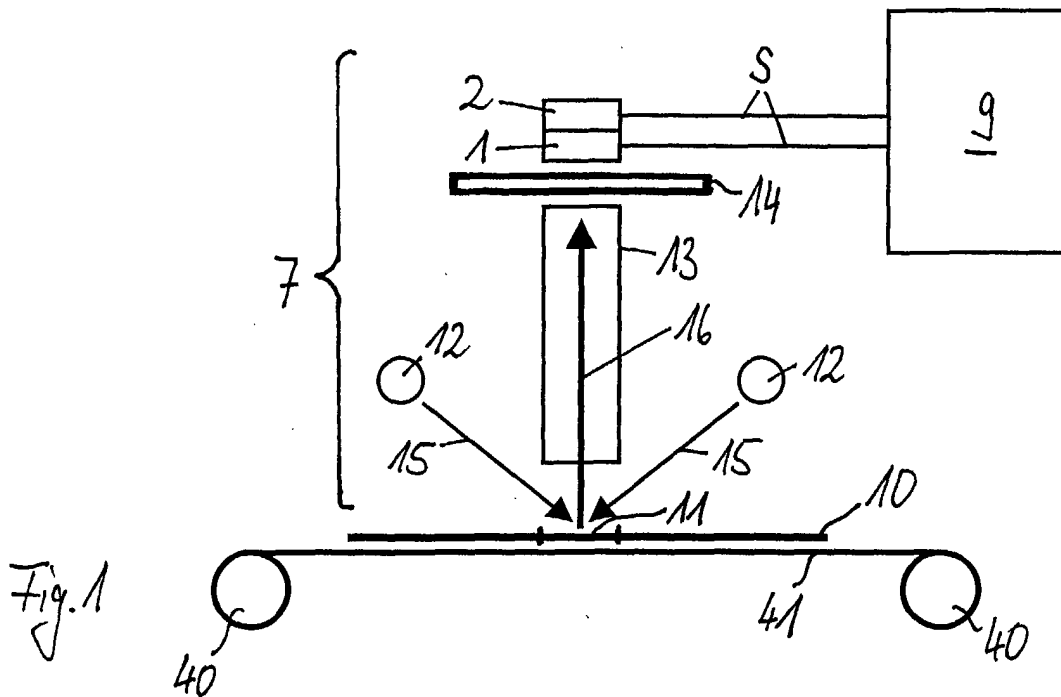


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Untersuchung von Dokumenten, insbesondere Wert-, Ausweis- oder Sicherheitsdokumenten, mit mindestens einer Anregungseinrichtung zur Anregung von Lumineszenzlicht in oder auf einem zu untersuchenden Dokument und mindestens zwei Detektoreinheiten zur Erfassung zumindest eines Teils des von dem Dokument emittierten Lumineszenzlichts. Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein entsprechendes Verfahren.

**[0002]** Zur Erhöhung der Fälschungssicherheit werden Ausweis-, Sicherheits- oder Wertdokumente, wie z. B. Banknoten, mit Merkmalen versehen oder mit geeigneten Sicherheitsdruckfarben bedruckt, welche lumineszierende Substanzen enthalten. Dies sind Substanzen, die z.B. durch Licht, elektrische Felder, Strahlung oder Schall zur Emission von Licht angeregt werden können. Bei der Echtheitsprüfung werden die zu überprüfenden Dokumente meist mit Licht eines bestimmten Spektralbereichs bestrahlt und das von den lumineszierenden Substanzen des Dokuments emittierte Lumineszenzlicht detektiert. Anhand der Intensität und/oder spektralen Charakteristik des emittierten Lumineszenzlichts kann dann festgestellt werden, ob das Dokument

echt oder gefälscht ist.

**[0003]** Die Zuverlässigkeit von Aussagen über die Echtheit der geprüften Dokumente ist hierbei im besonderen Maße von der Genauigkeit abhängig, mit welcher die spektrale Charakteristik, d.h. die Farbe, des Lumineszenzlichts analysiert wird. Eine solche Analyse kann beispielsweise durch Spektrometer erfolgen, welche jedoch einen relativ hohen technischen Aufwand sowie hohe Herstellungskosten erfordern. Eine einfachere Lösung stellen daher einzelne Detektoreinheiten, wie z.B. Photodioden oder Photomultiplier, mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit dar. Je nach spektraler Charakteristik des Lumineszenzlichts liefern die Detektoreinheiten unterschiedliche Detektorsignale, welche dann für die spektrale Analyse des Lumineszenzlichts herangezogen werden können.

**[0004]** Vorrichtungen dieser Art haben jedoch den Nachteil, daß das von den einzelnen Detektoreinheiten jeweils erfaßte Lumineszenzlicht aufgrund von Parallaxenfehlern im allgemeinen nicht von exakt demselben räumlichen Teilbereich des Dokuments stammt. Hierdurch wird eine zuverlässige Beurteilung der Farbeigenschaften des von einem Teilbereich des Dokuments ausgehenden Lumineszenzlichts unmöglich. Dies ist insbesondere dann von Nachteil, wenn Teilbereiche mit kleinen Ausdehnungen auf ihre Lumineszenzeigenschaften hin untersucht werden sollen, da hier bereits geringfügige Parallaxenfehler zu besonders großen Ungenauigkeiten bei der spektralen Analyse des Lumineszenzlichts führen können.

**[0005]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben, welche bei einfachem Aufbau eine höhere Zuverlässigkeit

bei der Untersuchung der Lumineszenzeigenschaften von Dokumenten, insbesondere Wert-, Ausweis- oder Sicherheitsdokumenten, erlauben.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie das Verfahren gemäß Anspruch 18 gelöst.

**[0007]** Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, daß die Detektoreinheiten bezogen auf die Richtung des von dem Dokument emittierten und auf die Detektoreinheiten treffenden Lumineszenzlichts hintereinander angeordnet sind. Hierdurch trifft das Lumineszenzlicht nacheinander auf die hintereinander angeordneten Detektoreinheiten und wird hierbei von diesen erfaßt.

**[0008]** Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Detektoreinheiten wird erreicht, daß alle direkt hintereinander angeordneten Detektoreinheiten das von einem gemeinsamen räumlichen Teilbereich des Dokuments emittierte Lumineszenzlicht erfassen können. Etwaige Parallaxenfehler, die bei einer seitlich versetzten Anordnung von Detektoreinheiten auftreten würden, werden durch die erfindungsgemäße Anordnung der Detektoreinheiten hintereinander stark reduziert. Aus den von den einzelnen Detektoreinheiten erfaßten spektralen Anteilen des Lumineszenzlichts können dann Aussagen über die Lumineszenzeigenschaften des Dokumentes mit hoher Zuverlässigkeit abgeleitet werden.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens eine erste Detektoreinheit für denjenigen spektralen Teilbereich des Lumineszenzlichts durchlässig ist, welcher mit mindestens einer hinter der ersten Detektoreinheit angeordneten zweiten Detektoreinheit erfaßt werden soll. Von der ersten Detektoreinheit wird dann ein erster spektraler Teilbereich des Lumineszenzlichts erfaßt, während ein zweiter spektraler Teilbereich des Lumineszenzlichts die erste Detektoreinheit durchlaufen kann und von der dahinter angeordneten zweiten Detektoreinheit erfaßt wird. Die erste Detektoreinheit wirkt hierbei wie ein optisches Filter vor der dahinter liegenden zweiten Detektoreinheit. Bei bestimmten Anwendungen kann daher meist auf zusätzliche optische Filter verzichtet werden.

**[0010]** Bei den Detektoreinheiten handelt es sich vorzugsweise um Photodioden, welche schichtweise übereinander angeordnet sind und hierbei eine sog. Sandwich-Diode bilden. Hierdurch wird eine sehr kompakte Anordnung der Detektoreinheiten erreicht.

**[0011]** Prinzipiell kann es sich bei den Detektoreinheiten auch um Elemente handeln, welche Licht mittels anderer physikalischer Detektionsprinzipien, z.B. mittels Avalanche-Effekt, detektieren können.

**[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die einzelnen Detektoreinheiten auf einem gemeinsamen Bauelement, insbesondere Halbleiter-Bauelement, integriert sind, welches mindestens zwei photoempfindliche Schichten, insbesondere p-n-Übergänge, umfaßt, wo-

bei jeder Schicht, insbesondere jedem p-n-Übergang, jeweils eine Detektoreinheit entspricht. Durch den geringen Abstand zwischen den Detektoreinheiten wird bei dieser Ausführungsform eine besonders starke Reduzierung von Parallaxenfehlern erreicht.

**[0013]** Die Photodioden bzw. p-n-Übergänge besitzen vorzugsweise unterschiedliche Absorptionskanten, wobei die Absorptionskante mindestens einer ersten Photodiode bzw. eines ersten p-n-Übergangs bei kleineren Wellenlängen liegt als die Absorptionskante mindestens einer hinter der ersten Photodiode angeordneten zweiten Photodiode bzw. eines hinter dem ersten p-n-Übergang angeordneten zweiten p-n-Übergangs.

**[0014]** Eine besonders einfache und zuverlässige Ableitung von Aussagen über die spektralen Eigenschaften des erfaßten Lumineszenzlichts aus den von den einzelnen Detektoreinheiten erzeugten Detektorsignalen kann auf der Basis einer Division von zwei Detektorsignalen und/oder der Differenz von zwei logarithmierten Detektorsignalen erfolgen.

**[0015]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen bevorzugten Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäß angeordneten Detektoreinheiten;

Fig. 3 a) und b) jeweils eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäß angeordneten Detektoreinheiten;

Fig. 4 Beispiele für spektrale Empfindlichkeiten der in Fig. 2 bzw. Fig. 3 dargestellten Detektoreinheiten; und

Fig. 5 ein Schaltbild der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäß angeordneten Detektoreinheiten.

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen bevorzugten Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ein zu untersuchendes Dokument, im gezeigten Beispiel eine Banknote 10, wird mittels einer durch Transportrollen 40 und Transportriemen 41 angedeuteten Transporteinrichtung am Sensorsystem 7 vorbei transportiert. Hierbei wird die Banknote 10 mit dem Anregungslicht 15 der Lichtquellen 12 bestrahlt. Bei den Lichtquellen 12 handelt es sich beispielsweise um Leuchtstoffröhren, Glühlampen, Laser oder LEDs, welche jeweils Licht emittieren, das zur Anregung von Lumineszenzlicht in oder auf der Banknote 10 geeignet ist. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Anregungslicht 15 um ultraviolettes (UV) Licht. Zur Eliminierung von spektralen Anteilen bei höheren Wellenlängen, d.h. beispielsweise im sichtbaren oder infraroten Spektralbereich, können entsprechende Filter

(nicht dargestellt) vor den Lichtquellen 12 angeordnet werden.

**[0017]** Im dargestellten Beispiel erfolgt die Anregung von Lumineszenzlicht 16 in oder auf dem Dokument durch das Licht 15 der Lichtquellen 12. Eine entsprechende Lumineszenzerscheinung wird daher als Photolumineszenz bezeichnet. Alternativ oder zusätzlich können auch durch elektromagnetische oder elektrische Felder, Strahlung oder Schall andere Arten von Lumineszenzerscheinungen, wie z.B. Elektro-, Radio- bzw. Sonolumineszenz, in oder auf dem Dokument angeregt werden. Die Anregung erfolgt durch entsprechende Anregungseinrichtungen, wie z.B. elektrische Kontakte oder Feldplatten, Strahlungsquellen für Kathoden-, Ionen- oder Röntgenstrahlen, Ultraschallquellen oder Antennen.

**[0018]** In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das von den jeweiligen Lichtquellen 12 emittierte Anregungslicht 15 bei unterschiedlichen Wellenlängen oder Wellenlängenbereichen liegt. Das bei unterschiedlichen Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereichen angeregte Lumineszenzlicht 16 läßt noch genauere Aussagen über die Lumineszenzeigenschaften der Banknote 10 zu. Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, daß die Lichtquellen 12 die Banknote 10 entweder einzeln oder kombiniert beleuchten und das jeweils bei einzeln bzw. kombiniert beleuchteter Banknote 10 erfaßte Lumineszenzlicht 16 ausgewertet wird. Wird im dargestellten Beispiel der Figur 1 zunächst mit nur einer Lichtquelle 12 beleuchtet, dann detektieren die beiden Detektoreinheiten 1 und 2 ein erstes Intensitätswertepaar. Bei anschließender Beleuchtung mit der anderen Lichtquelle 12 wird ein zweites Intensitätswertepaar erzeugt. Bei gleichzeitiger Beleuchtung mit beiden Lichtquellen 12 wird schließlich ein drittes Intensitätswertepaar erhalten. Durch Vergleich und/oder rechnerische Verknüpfung der hierbei erhaltenen, i.a. unterschiedlichen, Intensitätswerte wird eine besonders genaue Untersuchung der Lumineszenzeigenschaften der untersuchten Banknote 10 erreicht.

**[0019]** Je nach zeitlichem Abklingverhalten kann bei Lumineszenzlicht zwischen Phosphoreszenz- oder Fluoreszenzlicht unterschieden werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das Verfahren eignet sich zur Untersuchung von Phosphoreszenz- und Fluoreszenzlicht gleichermaßen.

**[0020]** Das in oder auf der Banknote 10 angeregte Lumineszenzlicht 16 wird von der Banknote 10 emittiert und trifft auf zwei Detektoreinheiten 1 und 2, welche erfindungsgemäß derart hintereinander angeordnet sind, daß das von der Banknote 10 ausgehende Lumineszenzlicht 16 nacheinander auf die einzelnen Detektoreinheiten 1 bzw. 2 trifft und dabei von diesen erfaßt werden kann. Die beiden Detektoreinheiten 1 und 2 weisen jeweils unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten auf, so daß jeweils ein anderer spektraler Anteil des Lumineszenzlichts 16 erfaßt wird. Dementsprechend unterscheiden sich die von den Detektoreinheiten 1 bzw.

2 erzeugten Detektorsignale S, welche zur Auswertung und Analyse einer Auswerteeinrichtung 9 zugeführt werden.

**[0021]** Zwischen der Banknote 10 und den Detektoreinrichtungen 1 und 2 ist in dem dargestellten Beispiel eine optische Einrichtung 13 vorgesehen, welche das von der Banknote 10 emittierte Lumineszenzlicht 16 auf die Detektoreinheiten 1 und 2 lenkt, insbesondere fokussiert. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um eine abbildende Optik, welche einen Teilbereich 11 der Banknote 10 auf die Detektoreinheiten 1 und 2 abbildet. Vorzugsweise werden hierzu selbstfokussierende Linsen, sog. Selfoc-Linsen, eingesetzt. Bei selbstfokussierenden Linsen handelt es sich um zylinderförmige optische Elemente aus einem Material, welches einen von der optischen Achse des Zylinders zu dessen Mantel hin abnehmenden Brechungsindex aufweist. Durch Verwendung von Selfoc-Linsen wird eine vom Abstand zwischen der Banknote 10 und den Detektoreinheiten 1 und 2 unabhängige und justierfreie 1:1-Abbildung des zu untersuchenden Teilbereiches 11 der Banknote 10 auf die Detektoreinheiten 1 und 2 erreicht.

**[0022]** Vor den Detektoreinheiten 1 und 2 ist in diesem Beispiel ein Filter 14 angeordnet, welches für diejenigen spektralen Teilbereiche des Lumineszenzlichts 16 durchlässig ist, welche mit den Detektionseinheiten 1 und 2 erfaßt werden sollen.

**[0023]** In Fig. 2 ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäß angeordneten Detektoreinheiten dargestellt. Die einzelnen Detektoreinheiten sind als Photodioden 1 bzw. 2 ausgebildet und bezogen auf die Richtung des von dem Dokument emittierten Lumineszenzlichts 16 hintereinander angeordnet. Die einzelnen Photodioden 1 und 2 weisen jeweils einen p-n-Übergang 3/4 bzw. 5/6 zwischen jeweils einer p-dotierten 3 bzw. 5 und einer n-dotierten 4 bzw. 6 Halbleiterschicht auf. Das Dotierungsprofil ist hierbei stark vereinfacht dargestellt und gibt i.a. nicht die tatsächlichen Größenverhältnisse der Schichtdicken wieder. Zwischen den Photodioden 1 und 2 sind Abstandshalter 8 vorgesehen, um elektrische Kurzschlüsse zu vermeiden. Um etwaige Parallaxenfehler möglichst gering zu halten, sollte die Höhe der Abstandshalter 8 nicht zu groß gewählt werden und etwa in der Größenordnung der Höhe der Photodioden 1 bzw. 2 liegen. Optional kann, ebenfalls mit entsprechenden Abstandshaltern 8 beabstandet, vor der Photodiode 1 ein Filter 14 angeordnet sein. Darüber hinaus ist es auch möglich, ein entsprechendes Filter (nicht dargestellt) zwischen den einzelnen Photodioden 1 bzw. 2 vorzusehen. Mit den elektrischen Anschlüssen 17 werden Spannungen zwischen den unterschiedlich dotierten Halbleiterschichten 3/4 bzw. 5/6 abgegriffen und als Detektorsignale S an eine Auswerteeinheit (nicht dargestellt) weitergeleitet.

**[0024]** In den Figuren 3a und 3b ist jeweils eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt. Figur 3a zeigt ein Bauelement 20, auf welchem die Detektoreinheiten 1 und 2 gemeinsam inte-

griert sind, wobei das Bauelement 20 zwei p-n-Übergänge 22/21 bzw. 23/21 aufweist, welche jeweils einer Detektoreinheit 1 bzw. 2 entsprechen. Die n-dotierte Halbleiterschicht 21 bildet hierbei das Substrat, auf welchem die beiden p-n-Übergänge 22/21 bzw. 23/21 schichtartig aufgebracht sind. Das Dotierungsprofil ist hierbei ebenfalls stark vereinfacht dargestellt und gibt i. a. nicht die tatsächlichen Größenverhältnisse der Schichtdicken wieder. Analog zu dem in Figur 2 dargestellten Beispiel werden auch hier Spannungen mit geeigneten Anschlüssen 17 abgegriffen und als Detektorsignale S an eine Auswerteeinheit (nicht dargestellt) weitergeleitet.

**[0025]** Figur 3b zeigt eine Variante der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung. Das dargestellte Bauelement 30 umfaßt zwei schichtartig ausgebildete p-n-Übergänge 32/33 bzw. 34/33, welche auf einem gemeinsamen Substrat 31 aufgebracht sind. Das Substrat 31 selbst kann ein Halbleiter- oder Keramik-Substrat sein. Hinsichtlich der Funktionsweise dieser Ausführungsform gelten die Erläuterungen zu Figur 3a analog.

**[0026]** Die in den Figuren 2, 3a und 3b dargestellten Detektoreinheiten 1 und 2 sind so gewählt, daß die erste Detektoreinheit 1 für denjenigen spektralen Teilbereich des Lumineszenzlichts 16 durchlässig ist, welcher mit der hinter der ersten Detektoreinheit 1 angeordneten zweiten Detektoreinheit 2 erfaßt werden soll. Die insbesondere als Photodioden bzw. p-n-Übergänge ausgebildeten Detektoreinheiten 1 und 2 weisen hierbei unterschiedliche Absorptionskanten auf, wobei die Absorptionskante der ersten Photodiode 1 bzw. des ersten p-n-Übergangs 3/4, 32/33 bzw. 22/21 bei kleineren Wellenlängen liegt als die zweite Absorptionskante der hinter der ersten Photodiode 1 bzw. dem ersten p-n-Übergang 3/4, 32/33 bzw. 22/21 angeordneten zweiten Photodiode 2 bzw. zweiten p-n-Übergangs 5/6, 34/33 bzw. 23/21.

**[0027]** In der in Figur 2 dargestellten sandwich-artigen Anordnung der einzelnen Detektoreinheiten 1 und 2 übereinander werden die jeweiligen p-n-Übergänge 3/4 bzw. 5/6 bevorzugterweise auf unterschiedlichen Halbleitermaterialien realisiert. So wird beispielsweise für die erste Detektoreinheit 1 eine Photodiode auf der Basis von Silicium (Si) und für die zweite Detektoreinheit 2 eine Photodiode auf der Basis von Germanium (Ge) eingesetzt. Wellenlängen unterhalb von etwa einem Mikrometer können dann von der Photodiode 1 auf der Basis von Silicium nachgewiesen werden, während Wellenlängen oberhalb von etwa einem Mikrometer diese Photodiode 1 durchdringen und von der dahinter angeordneten Photodiode 2 auf der Basis von Germanium nachgewiesen werden können. In analoger Weise können Photodioden auf der Basis von Silicium und Indium-Gallium-Arsenid (InGaAs) oder Silicium und Bleisulfid (PbS) kombiniert werden, um das Lumineszenzlicht 16 in zwei unterschiedlichen spektralen Teilbereichen zu detektieren. Darüber hinaus ist selbstverständlich auch

die Kombination von mehreren entsprechenden Photodioden möglich, z. B. aus Silicium, Indium-Gallium-Arsenid und Bleisulfid.

[0028] Bei den in den Figuren 3a und 3b dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung wird die unterschiedliche Durchlässigkeit bzw. Empfindlichkeit der Detektoreinheiten 1 und 2 durch die Auswahl geeigneter Halbleitermaterialien und/oder eine entsprechende Dotierung des jeweiligen Materials erreicht. Ein entsprechendes Bauelement 20 bzw. 30 läßt sich beispielsweise auf der Basis von Silicium realisieren, wobei der erste p-n-Übergang 22/21 bzw. 32/33 durch eine geringere Eindringtiefe für kurzwelliges Licht besonders empfindlich ist. Langwelliges Licht kann dagegen tiefer in das Schichtsystem eindringen und von dem stärker im langwelligen Spektralbereich empfindlichen zweiten p-n-Übergang 23/21 bzw. 34/33 erfaßt werden.

[0029] Prinzipiell ist es auch möglich, einzelne Bauelemente 20 bzw. 30 entsprechend dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel hintereinander anzuordnen. Bei geeigneter Auswahl der verwendeten Halbleitermaterialien läßt sich hiermit das Lumineszenzlicht 16 in mehr als zwei spektralen Teilbereichen auf einfache Weise erfassen.

[0030] Figur 4 zeigt ein Beispiel für unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten E der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Detektoreinheiten 1 und 2. Wie aus dem Diagramm zu entnehmen ist, ist die spektrale Empfindlichkeit E1 der ersten Detektoreinheit 1 im Bereich kurzer Wellenlängen  $\lambda$  am größten, während die spektrale Empfindlichkeit E2 der hinter der ersten Detektoreinheit 1 angeordneten zweiten Detektoreinheit 2 bei höheren Wellenlängen  $\lambda$  ihren Höchstwert erreicht. Hierzu komplementär verhalten sich die jeweiligen spektralen Durchlässigkeiten der Detektoreinheiten 1 bzw. 2. Die spektrale Durchlässigkeit der Detektoreinheit 1 ist demnach bei höheren Wellenlängen  $\lambda$  am größten, so daß das Lumineszenzlicht in diesem Teilbereich des Spektrums die Detektoreinheit 1 durchdringen kann und schließlich von der Detektoreinheit 2 erfaßt werden kann.

[0031] Figur 5 zeigt ein Schaltbild der in den Figuren 3a bzw. 3b dargestellten zweiten Ausführungsformen. Die Detektoreinheiten 1 und 2, d.h. die entsprechenden p-n-Übergänge 22/21 und 23/21 bzw. 32/33 und 34/33, des Bauelements 20 bzw. 30 sind als entgegengesetzt in Reihe geschaltete Photodioden dargestellt, deren Kathoden auf einem gemeinsamen Potential 18 liegen. Über die Anodenausgänge 19 der Photodioden werden die Signale S1 und S2 einer Auswerteeinrichtung 9 zugeführt. In der Auswerteeinrichtung 9 werden die Signale S1 und S2 in jeweils einem logarithmischen Verstärker 28 logarithmisch verstärkt und anschließend auf einen Differenzverstärker 29 gelegt. Da die Differenz zweier logarithmierter Werte dem Logarithmus des Quotienten beider Werte entspricht, ist die Ausgangsspannung  $U_a$  des Differenzverstärkers 29 proportional

zum Logarithmus des Quotienten der beiden Detektorsignale  $S_2/S_1$  und damit unabhängig von der absoluten Intensität des Lumineszenzlichts 16. Aus der Ausgangsspannung  $U_a$  können dann Aussagen über die spektralen Eigenschaften, insbesondere über die Farbe, des erfaßten Lumineszenzlichts 16 mit besonders hoher Zuverlässigkeit abgeleitet werden.

[0032] Die spektralen Eigenschaften des Lumineszenzlichts 16, insbesondere die Wellenlänge, wie z.B. die Zentralwellenlänge, und/oder der Wellenlängenbereich und/oder die Farbe, können erfindungsgemäß nicht nur im sichtbaren Spektralbereich, sondern auch in unsichtbaren Spektralbereichen, wie z.B. im Infraroten oder Ultravioletten, erfaßt und analysiert werden.

[0033] Alternativ oder zusätzlich zu der beschriebenen analogen Auswertung ist es auch möglich, die Detektorsignale S1 und S2 erst zu digitalisieren und anschließend in einer digitalen, insbesondere computergestützten, Auswertung aus den digitalisierten Signalen Aussagen über das Lumineszenzlicht abzuleiten.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Untersuchung von Dokumenten, insbesondere Wert-, Ausweis- oder Sicherheitsdokumenten, mit
  - mindestens einer Anregungseinrichtung zur Anregung von Lumineszenzlicht (16) in oder auf einem zu untersuchenden Dokument (10) und
  - mindestens zwei Detektoreinheiten (1, 2) zur Erfassung zumindest eines Teils des von dem Dokument (10) emittierten Lumineszenzlichts (16),

#### dadurch gekennzeichnet, daß

- die Detektoreinheiten (1, 2) bezogen auf das von dem Dokument (10) emittierte Lumineszenzlicht (16) hintereinander angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anregungseinrichtung mindestens eine Lichtquelle (12) zur Beleuchtung des Dokuments (10) mit Anregungslicht (15), welches zur Anregung von Lumineszenzlicht (16) in oder auf dem Dokument (10) geeignet ist, umfaßt.
  3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Detektoreinheiten (1, 2) unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten (E1, E2) aufweisen.
  4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine erste Detektoreinheit (1) für mindestens einen spektralen Teilbereich des Lumineszenzlichts (16)

durchlässig ist, welcher mit mindestens einer hinter der ersten Detektoreinheit (1) angeordneten zweiten Detektoreinheit (2) erfaßt werden kann.

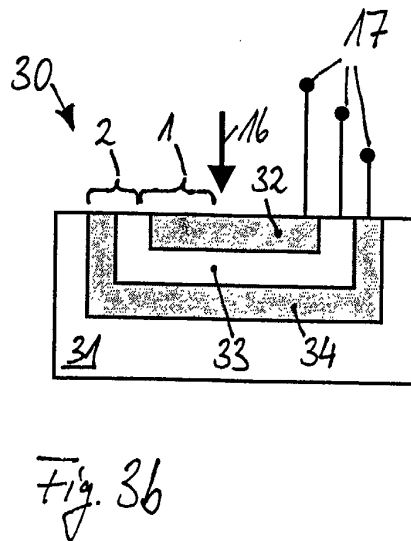
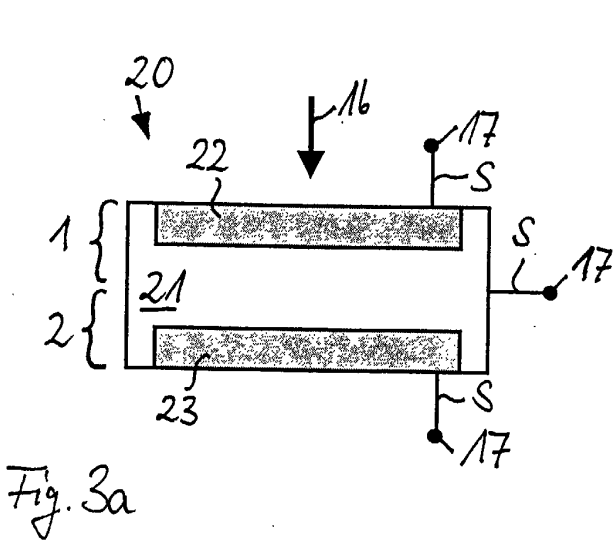
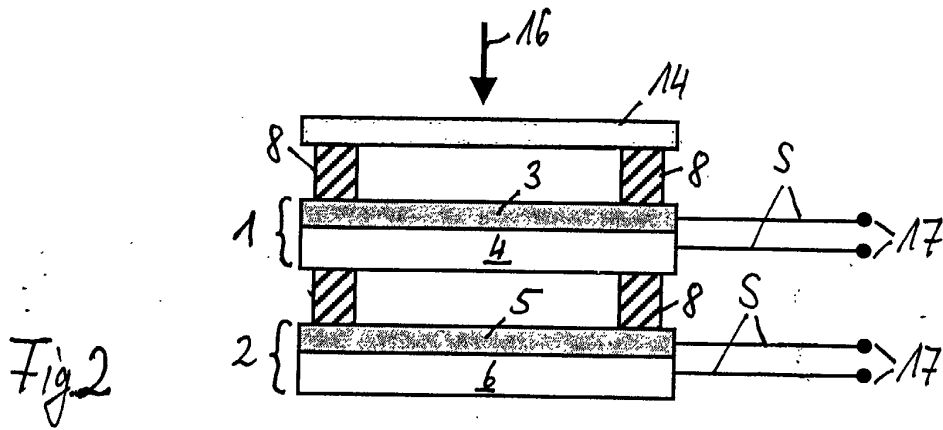
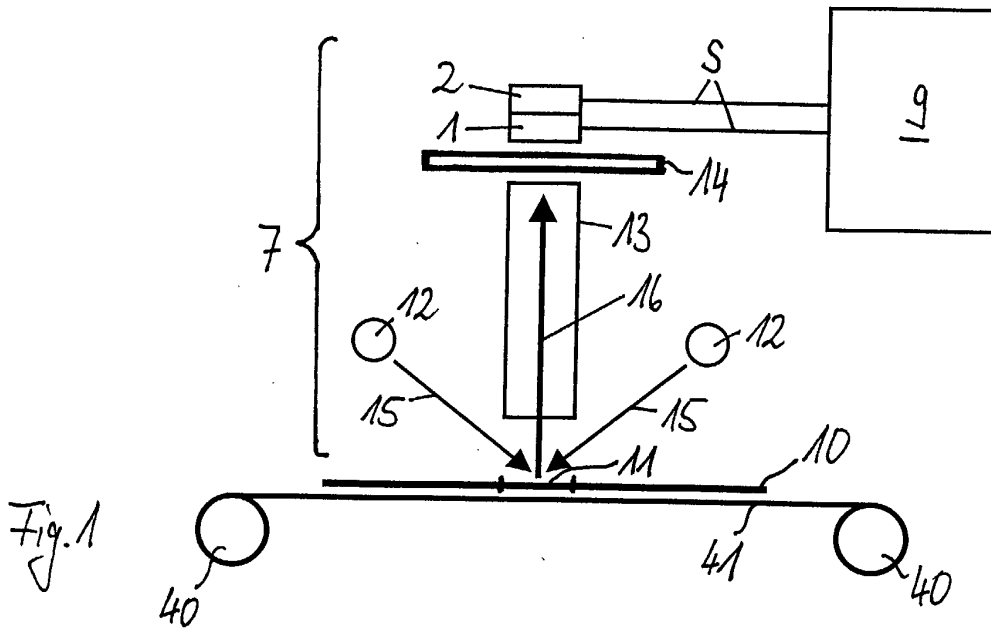
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Detektoreinheiten (1, 2) als Photodioden ausgebildet sind. 5
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest zwischen zwei Photodioden mindestens ein optisches Filter angeordnet ist. 10
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Detektoreinheiten (1, 2) auf einem gemeinsamen Bauelement (20, 30) integriert sind. 15
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Bauelement (20, 30) mindestens zwei photoempfindliche Schichten, insbesondere p-n-Übergänge (22/21, 23/21, 32/33, 34/33), umfaßt, wobei jeder photoempfindlichen Schicht, insbesondere jedem p-n-Übergang (22/21, 23/21, 32/33, 34/33), jeweils eine Detektoreinheit (1, 2) entspricht. 20 25
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die photoempfindlichen Schichten, insbesondere p-n-Übergänge (22/21, 23/21, 32/33, 34/33), schichtartig ausgebildet und auf einem gemeinsamen Substrat (21, 31), insbesondere einem Halbleiter- oder Keramiksubstrat, aufgebracht sind. 30
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die photoempfindlichen Schichten, insbesondere p-n-Übergänge (22/21, 23/21, 32/33, 34/33), bezogen auf das von dem Dokument (10) emittierte Lumineszenzlicht (16) schichtweise übereinander angeordnet sind. 35 40
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Photodioden bzw. p-n-Übergänge (22/21, 23/21, 32/33, 34/33) unterschiedliche Absorptionskanten aufweisen und die erste Absorptionskante mindestens einer ersten Photodiode bzw. mindestens eines ersten p-n-Übergangs (22/21, 32/33) bei kleineren Wellenlängen ( $\lambda$ ) liegt als die zweite Absorptionskante mindestens einer hinter der ersten Photodiode angeordneten zweiten Photodiode bzw. mindestens eines hinter dem ersten p-n-Übergang (22/21, 32/33) angeordneten zweiten p-n-Übergangs (23/21, 34/33). 45 50
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine optische Einrichtung (13) zur Lenkung des von dem Dokument (10)

ausgehenden Lumineszenzlichts (16) auf die Detektoreinheiten (1, 2) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optische Einrichtung (13) mindestens eine Linse, insbesondere eine selbstfokussierende Linse, zur Fokussierung des von dem Dokument (10) ausgehenden Lumineszenzlichts (16) auf die Detektoreinheiten (1, 2) umfaßt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Auswerteeinrichtung (9) vorgesehen ist zur Ableitung von Aussagen über die spektralen Eigenschaften, insbesondere über die Wellenlänge, wie z.B. die Zentralwellenlänge, und/oder den Wellenlängenbereich und/oder die Farbe, des erfaßten Lumineszenzlichts (16) aus von den Detektoreinheiten (1, 2) erzeugten Detektorsignalen (S, S1, S2).
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung (9) einen logarithmischen Verstärker (28) zur Logarithmierung einzelner Detektorsignale (S, S1, S2) umfaßt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung (9) einen Differenzverstärker (29) zur Bildung der Differenz zwischen zwei Detektorsignalen (S, S1, S2) oder zwischen zwei logarithmierten Detektorsignalen (S, S1, S2) umfaßt.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung (9) zur Ableitung von Aussagen über die spektralen Eigenschaften, insbesondere über die Wellenlänge, wie z.B. die Zentralwellenlänge, und/oder den Wellenlängenbereich und/oder die Farbe, des erfaßten Lumineszenzlichts (16) auf der Basis
- der Division von zwei Detektorsignalen (S, S1, S2) und/oder
  - der Differenz von zwei logarithmierten Detektorsignalen (S, S1, S2) ausgebildet ist.
18. Verfahren zur Untersuchung von Dokumenten, insbesondere Wert-, Ausweis- oder Sicherheitsdokumenten, bei welchem
- ein zu untersuchendes Dokument (10) zur Emission von Lumineszenzlicht (16) angeregt wird und
  - zumindest ein Teil des von dem Dokument (10) emittierten Lumineszenzlichts (16) von mindestens zwei Detektoreinheiten (1, 2) erfaßt wird,
- dadurch gekennzeichnet, daß** das Lumineszenzlicht (16) nacheinander auf die

hintereinander angeordneten Detektoreinheiten (1, 2) trifft und dabei von diesen erfaßt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Dokument (10) mit Anregungslicht (15), welches zur Anregung von Lumineszenzlicht (16) in oder auf dem Dokument (10) geeignet ist, beleuchtet wird. 5
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lumineszenzlicht (16) von Detektoreinheiten (1, 2) mit unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeiten (E1, E2) erfaßt wird. 10  
15
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein spektraler Teilbereich des Lumineszenzlichts (16) mindestens eine erste Detektoreinheit (1) durchläuft und von mindestens einer hinter der ersten Detektoreinheit (1) angeordneten zweiten Detektoreinheit (2) erfaßt wird. 20
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Detektoreinheiten (1, 2) Detektorsignale (S, S1, S2) erzeugen und aus den Detektorsignalen (S, S1, S2) Aussagen über die spektralen Eigenschaften, insbesondere über die Wellenlänge, wie z.B. die Zentralwellenlänge, und/oder den Wellenlängenbereich und/oder die Farbe, des erfaßten Lumineszenzlichts (16) abgeleitet werden. 25  
30
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ableitung von Aussagen über die spektralen Eigenschaften, insbesondere über die Wellenlänge, wie z.B. die Zentralwellenlänge, und/oder den Wellenlängenbereich und/oder die Farbe, des erfaßten Lumineszenzlichts (16) auf der Basis 35  
40
- der Division von zwei Detektorsignalen (S, S1, S2) und/oder
  - der Differenz von zwei logarithmierten Detektorsignalen (S, S1, S2) erfolgt.
- 45
24. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens zwei Lichtquellen (12) vorgesehen sind, wobei das Anregungslicht (15) der jeweiligen Lichtquellen (12) bei unterschiedlichen Wellenlängen oder in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen liegt. 50  
55





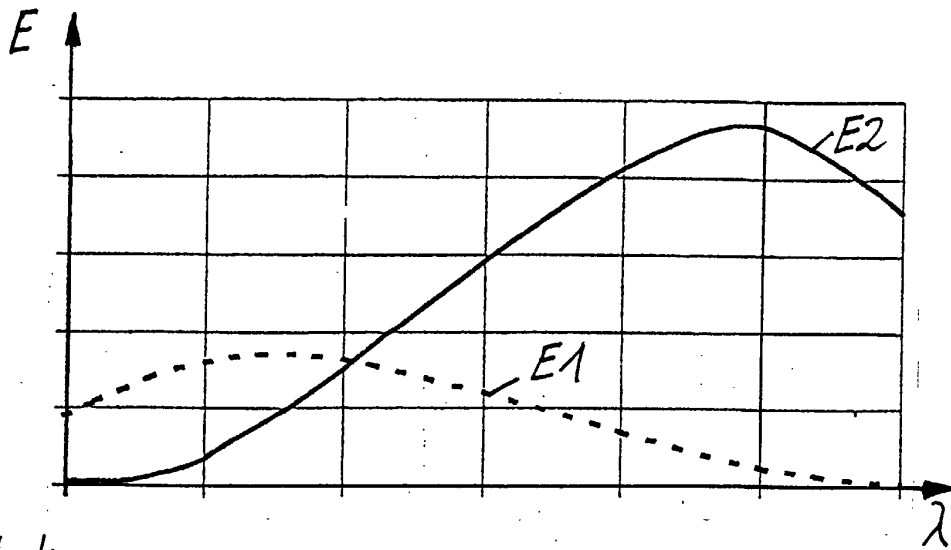


Fig. 4

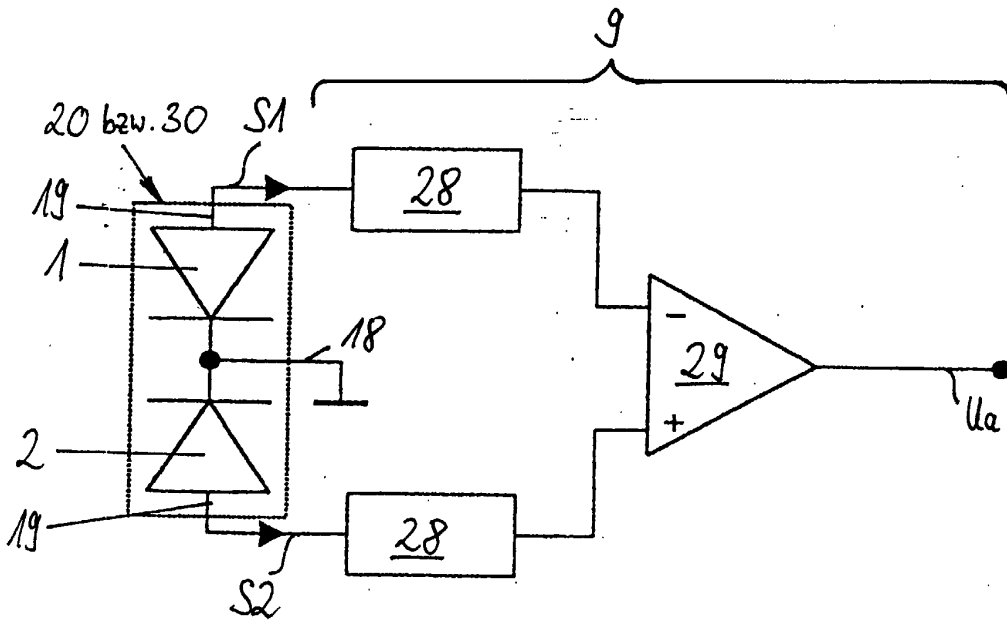


Fig. 5